

中国西沙豆莢软珊瑚 *Lobophytum* sp. 化学成分研究

郎俊慧¹, 杨帆², 甘建红¹, 林厚文^{2*}

1. 第二军医大学长征医院 药学部, 上海 200433

2. 上海交通大学医学院附属仁济医院 药学部, 上海 200127

摘要: 目的 研究采自中国西沙群岛海域的豆莢软珊瑚 *Lobophytum* sp. 的化学成分。方法 利用硅胶柱色谱、Sephadex LH-20 凝胶柱色谱和高效液相色谱等方法进行分离纯化, 并根据理化性质和波谱数据对化合物的结构进行鉴定。结果 从豆莢软珊瑚 *Lobophytum* sp. 的乙醇提取物中分离得到 5 个化合物, 分别鉴定为 11,12-epoxy-sarcophytonin E (1)、胆甾-5,22-二烯-3 β -醇 (2)、honulactone A (3)、sarcophytonone (4)、3-dehydroxyl-20-acetylpresinularolide B (5)。结论 化合物 1 为新化合物, 命名为豆莢软珊瑚 A; 化合物 2~4 为首次从该属软珊瑚中分离得到。

关键词: 豆莢软珊瑚; *Lobophytum* sp.; 豆莢软珊瑚 A; 胆甾-5,22-二烯-3 β -醇; honulactone A; sarcophytonone

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2015)20-2999-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.20.006

Chemical constituents from Xisha soft coral *Lobophytum* sp.

LANG Jun-hui¹, YANG Fan², GAN Jian-hong¹, LIN Hou-wen²

1. Department of Pharmacy, Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

2. Department of Pharmacy, Ren Ji Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200127, China

Abstract: Objective To investigate the chemical constituents in soft coral *Lobophytum* sp. collected from the Xisha islands of China. **Methods** Compounds were isolated and purified by column chromatographies on silica gel, reversed-phase silica gel (ODS), Sephadex LH-20, and high performance liquid chromatography (HPLC). Their structures were identified on the basis of physicochemical properties and spectroscopic methods. **Results** Five compounds were isolated and identified as 11,12-epoxy-sarcophytonin E (1), cholest-5,22-dien-3 β -ol (2), honulactone A (3), sarcophytonone (4), and 3-dehydroxyl-20-acetylpresinularolide B (5). **Conclusion** Compound 1 is a new compound named as chiloboterpene A. Compounds 2—4 are obtained from the soft coral *Lobophytum* sp. for the first time.

Key words: soft coral; *Lobophytum* sp.; chiloboterpene A; cholest-5,22-dien-3 β -ol; honulactone A; sarcophytonone

珊瑚种类繁多, 分布广泛, 约占海洋生物的 22.4%, 为海洋低等无脊椎动物, 属腔肠动物门珊瑚虫纲。作为药材利用的珊瑚有软珊瑚、柳珊瑚、石珊瑚和红珊瑚, 在《本草纲目》中已有详细记载。珊瑚肉质柔软却不被海洋中的动物所吞食, 正是依靠其体内丰富的次生代谢产物所产生的化学防御作用, 这一现象吸引了众多化学工作者研究珊瑚的次级代谢产物。其中软珊瑚和柳珊瑚是现代海洋天然产物化学研究的热点方向^[1]。本实验的研究对象豆莢软珊瑚 *Lobophytum* sp. 属于腔肠动物门珊瑚虫纲八放珊瑚亚纲软珊瑚目软珊瑚科 (Alcyoniidae)

动物。国内外已经有许多课题组对该属软珊瑚进行了系列研究, 从中发现许多结构新颖并具有强烈生物活性的次生代谢产物, 包括脂肪酸类、萜类、甾体类、生物碱类、神经酰胺类和糖苷类等, 其生物活性广泛, 涉及抗炎、抗菌、抗病毒、防污 (抗附着) 等^[2-6]。

为了寻找更多具有新颖结构的活性成分, 本课题组采用硅胶及 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱、HPLC 等现代色谱分离技术, 对采自中国西沙群岛海域的一种豆莢软珊瑚 *Lobophytum* sp. 的化学成分进行了系统的研究, 从其乙醇提取物中分离得到 5 个化合物 (图 1), 分别鉴定为 11,12-epoxy-

收稿日期: 2015-07-31

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81072573, 81172978, 41106127, 81001394)

作者简介: 郎俊慧 (1987—), 女, 硕士, 研究方向为天然药物化学。Tel: 18221013361 E-mail: zhenshanmei.hui@163.com

*通信作者 林厚文, 男, 博士生导师。Tel: (021)68383346 E-mail: franklin67@126.com

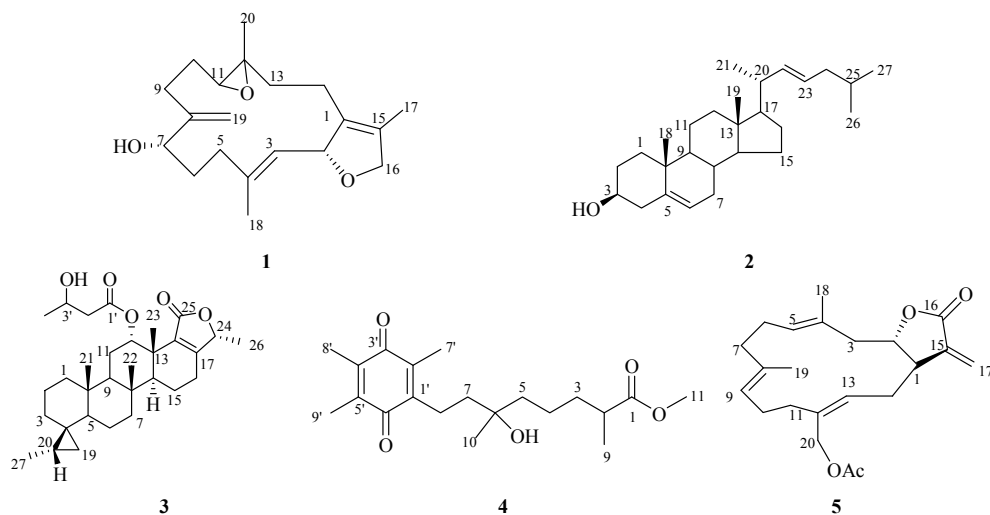


图1 化合物1~5的结构

Fig. 1 Structures of compounds 1—5

sarcophytonin E (1)、胆甾-5,22-二烯-3 β -醇 (cholest-5,22-dien-3 β -ol, 2)、honulactone A (3)、sarcophytonone (4)、3-dehydroxyl-20-acetylpresinularolide B (5)。其中, 化合物1为新化合物, 命名为豆莢软珊瑚蒎A; 化合物2~4为首次从该属软珊瑚中分离得到。

1 仪器与材料

Q-Tof micro YA019 型液质联用仪 (美国 Waters 公司); Bruker AV-600 型核磁共振仪 (德国 Bruker 公司); Waters 1525/2998 高效液相色谱仪 (美国 Waters 公司); UV-2401A 紫外光谱仪 (日本岛津公司); Perkin-Elmer 341 型旋光仪 (美国 Perkin-Elmer 公司); Bio-Rad FTS-185 傅里叶变换红外光谱仪 (美国伯乐 Bio-Rad 公司); Sephadex LH-20 为 Pharmacia 公司产品; 柱色谱硅胶 (200~300、300~400 目) 为烟台江友硅胶开发有限公司产品; 柱色谱 ODS 为北京金欧亚科技发展有限公司产品; 色谱级甲醇、乙腈为 Promptar 有限公司产品, 其他有机试剂均为分析纯, 购自上海化学试剂公司。

实验样品于 2010 年 4 月采自我国西沙群岛海域, 采集后立即冷冻备用。由中国科学院南海海洋研究所黄辉研究员鉴定为豆莢软珊瑚 *Lobophytum* sp., 样品标本 (编号 X-17) 保存于中国人民解放军第二军医大学附属长征医院海洋药物研究室。

2 提取与分离

将冷冻的豆莢软珊瑚 (干质量 1 kg) 切碎成小块, 用 95% 乙醇 (3 L $\times$ 3) 回流提取 3 次, 每次 2 h, 提取液减压浓缩得总浸膏 68 g。将总浸膏混悬分散于水中, 依次用正己烷 (1 L $\times$ 3)、二氯甲烷 (1 L $\times$ 3)

及正丁醇 (1 L $\times$ 3) 各萃取 3 次, 得正己烷浸膏 19 g、二氯甲烷浸膏 8 g 和正丁醇浸膏 4 g。二氯甲烷萃取物经反相硅胶 ODS 柱色谱, 甲醇-水 (20:80 $\rightarrow$ 100:0) 梯度洗脱, 得到 8 个流分 Fr. 1~8。Fr. 3 经硅胶柱色谱, 正己烷-醋酸乙酯 (10:1 $\rightarrow$ 1:1) 梯度洗脱, 得到 5 个流分 Fr. 3a~3e, Fr. 3c 经凝胶柱色谱, 正己烷-二氯甲烷-甲醇 (4:5:1) 洗脱, 得到 3 个流分 Fr. 3c1~3c3, Fr. 3c2 经半制备高效液相色谱 (YMC, C₁₈, 250 mm $\times$ 10 mm, 5 μ m) 分离纯化 (乙腈-水 65:35), 得到化合物 1 (1.2 mg, t_R =21.0 min), 化合物 4 (2.3 mg, t_R =14.5 min), 化合物 5 (4.4 mg, t_R =18.0 min); Fr. 5 用硅胶柱色谱, 正己烷-醋酸乙酯 (10:1 $\rightarrow$ 1:1) 梯度洗脱, 得到 5 个流分 Fr. 5a~5e, Fr. 5c 经半制备高效液相色谱 (YMC, C₁₈, 250 mm $\times$ 10 mm, 5 μ m) 分离纯化 (乙腈-水 80:20), 最后从中得到化合物 2 (20.5 mg, t_R =15.6 min) 和化合物 3 (4.6 mg, t_R =21.5 min)。

3 结构鉴定

化合物 1: 无色油状物, 10% 硫酸香草醛显紫红色, $[\alpha]_D^{25}$ -47.1° (c 1.00, CH₂Cl₂); IR 光谱给出羟基 (3 233 cm⁻¹) 与环氧环 (1 254 cm⁻¹) 特征吸收峰^[7]。HR-ESI-MS 给出准分子离子峰 m/z 341.209 1 [M+Na]⁺ (计算值 341.209 3, C₂₀H₃₀O₃Na), 结合 NMR 数据 (表 1), 确定其分子式为 C₂₀H₃₀O₃, 不饱和度为 6。

¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) 谱中, 低场区给出 3 个烯质子信号 δ_H 5.20 (1H, d, J = 10.0 Hz, H-3),

表1 化合物1的¹H-NMR和¹³C-NMR数据 (600/150 MHz, CDCl₃)

Table 1 ¹H-NMR and ¹³C-NMR data for compound 1 (600/150 MHz, CDCl₃)

碳位	δ _C	δ _H
1	132.0, C	
2	84.1, CH	5.43 (1H, m)
3	127.8, CH	5.20 (1H, d, <i>J</i> = 10.0 Hz)
4	137.9, C	
5	36.0, CH ₂	2.20 (1H, m), 2.44 (1H, m)
6	31.8, CH ₂	1.46 (1H, m), 1.88 (1H, m)
7	70.3, CH	3.85 (1H, d, <i>J</i> = 10.8 Hz)
8	153.1, C	
9	30.9, CH ₂	1.85 (1H, m), 2.32 (1H, m)
10	31.0, CH ₂	2.05 (1H, m), 2.16 (1H, m)
11	62.6, CH	2.60 (1H, dd, <i>J</i> = 2.6, 10.4 Hz)
12	61.4, C	
13	35.8, CH ₂	1.27 (1H, m), 1.83 (1H, m)
14	21.0, CH ₂	1.84 (1H, m), 2.11 (1H, m)
15	128.9, C	
16	78.5, CH ₂	4.48 (1H, dd, <i>J</i> = 11.7, 4.8 Hz) 4.53 (1H, dd, <i>J</i> = 11.7, 3.2 Hz)
17	10.1, CH ₃	1.65 (3H, s)
18	15.5, CH ₃	1.73 (3H, s)
19	111.1, CH ₂	4.99 (1H, s), 5.16 (1H, s)
20	17.0, CH ₃	1.24 (3H, s)

5.16 (1H, s, H-19b), 4.99 (1H, s, H-19a), 1个连氧亚甲基质子信号 δ_H 4.53 (1H, dd, *J* = 11.7, 3.2 Hz, H-16b), 4.48 (1H, dd, *J* = 11.7, 4.8 Hz, H-16a), 3个连氧次甲基质子信号 δ_H 5.43 (1H, m, H-2), 3.85 (1H, d, *J* = 10.8 Hz, H-7), 2.60 (1H, dd, *J* = 2.6, 10.4 Hz, H-11); 高场区给出3个单峰甲基信号 δ_H 1.73 (3H, s, H-18), 1.65 (3H, s, H-17), 1.24 (3H, s, H-20)。¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) 谱可观测到20个碳信号, 其中高场区给出3个甲基信号 δ_C 10.1 (C-17), 15.5 (C-18), 17.0 (C-20), 7个亚甲基碳信号 δ_C 21.0 (C-14), 30.9 (C-9), 31.0 (C-10), 31.8 (C-6), 35.8 (C-13), 36.0 (C-5), 78.5 (C-16), 3个连氧次甲基碳信号 δ_C 62.6 (C-11), 70.3 (C-7), 84.1 (C-2), 1个连氧季碳信号 δ_C 61.4 (C-12); 低场区给出3组烯碳信号 δ_C 111.1 (C-19), 127.8 (C-3), 128.9 (C-15), 132.0 (C-1), 137.9 (C-4), 153.1 (C-8)。同时依据 HMQC 谱, 将氢和碳谱相关信号进行详细归属, 见表1。

将化合物1的NMR数据与已知化合物 sarcophytonin E^[8]的NMR数据进行比较, 发现两者数据非常相似, 说明两者具有相似的结构, 即为西松烷型二萜。仅有的不同在于化合物1的¹³C-NMR谱中少了1组双键碳信号, 多了1个连氧次甲基碳信号 δ_C 62.6 (C-11) 和1个连氧季碳信号 δ_C 61.4 (C-12), 推测是已知化合物 sarcophytonin E 大环上的1个双键发生了环氧化。HMBC谱上 H₃-20 (δ_H 1.24) 与 C-12 (δ_C 61.4)、C-11 (δ_C 62.6)、C-13 (δ_C 35.8) 的相关, 证实了化合物1的结构中确实存在1个三取代的环氧环片段。

HMBC谱中, H₃-18 (δ_H 1.73) 与 C-3 (δ_C 127.8)、C-4 (δ_C 137.9)、C-5 (δ_C 36.0) 相关, H₂-19 (δ_H 4.99, 5.16) 与 C-7 (δ_C 70.3)、C-8 (δ_C 153.1)、C-9 (δ_C 30.9) 相关, 这些相关确定了单峰甲基 (δ_C 10.1) 与 Δ^{8,19} 环外末端双键分别连接的结构片段。再由 ¹H-¹H COSY 谱中, H-2 (δ_H 5.43) 与 H-3 (δ_H 5.20) 的相关, H₂-6 (δ_H 1.46, 1.88) 与 H₂-5 (δ_H 2.20, 2.44)、H-7 (δ_H 3.85) 的相关, H₂-10 (δ_H 2.05, 2.16) 与 H₂-9 (δ_H 1.85, 2.32)、H-11 (δ_H 2.60) 的相关, H₂-13 (δ_H 1.27, 1.83) 与 H₂-14 (δ_H 1.84, 2.11) 的相关, 得到从 C-2 到 C-14 的结构片段。

HMBC谱中 H₃-17 (δ_H 1.65) 与 C-1 (δ_C 132.0)、C-15 (δ_C 128.9)、C-16 (δ_C 78.5) 相关, H₂-16 (δ_H 4.48, 4.53) 与 C-1 (δ_C 132.0)、C-2 (δ_C 84.1) 相关, H₂-13 (δ_H 1.27, 1.83)、H-3 (δ_H 5.20) 与 C-1 (δ_C 132.0) 相关; ¹H-¹H COSY 谱中 H₂-16 与 H-2 相关; 以上相关证实了二氢呋喃环片段的存在, 并将其与 C-2 到 C-14 的结构片段相连。至此, 确定了化合物1的平面结构, 结果见图2。

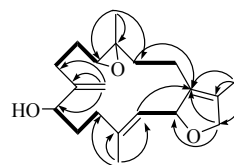


图2 化合物1的主要 HMBC (—) 与 ¹H-¹H COSY (---) 相关

Fig. 2 Key HMBC (—) and ¹H-¹H COSY (---) correlations of compound 1

C-4 位甲基的碳化学位移为 15.45, 远小于 20, 由此可以推定 Δ^{3,4} 双键的构型为 *E* 式^[9]。将化合物1与已知化合物 sarcophytonin E^[8]的NMR数据进行再次仔细比对, 发现两者 C-1 到 C-8, C-18 与 C-19

的化学位移数据非常一致,从而确定化合物 **1** 在 C-2 和 C-7 位的相对构型与已知化合物 sarcophytonin E 相同。最后由于 H-11 与 H-7、H-2 的空间距离较远, NOE 效应不明显,所以化合物 **1** 在 C-11 和 C-12 位的相对构型尚待其他方法进一步确定。综上所述,化合物 **1** 的结构确定为 (1Z,3E)-11,12:2,16-diepoxy-4,12,15-trimethylcembra-1(15),3,8(19)-trien-7-ol, 是一个新化合物,命名为豆莢软珊瑚萜 A。

化合物 **2**: 无色针状晶体 (丙酮), ESI-MS m/z : 407 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 5.77 (1H, m, H-22), 5.69 (1H, m, H-23), 5.44 (1H, brs, H-6), 3.41 (1H, m, H-3), 1.10 (3H, s, H-19), 0.98 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-21), 0.92 (3H, d, $J = 7.2$ Hz, H-26), 0.86 (3H, d, $J = 7.2$ Hz, H-27), 0.71 (3H, s, H-18); ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ : 37.8 (C-1), 32.2 (C-2), 72.3 (C-3), 42.9 (C-4), 141.4 (C-5), 122.2 (C-6), 32.5 (C-7), 32.7 (C-8), 50.8 (C-9), 37.2 (C-10), 21.9 (C-11), 40.5 (C-12), 42.7 (C-13), 57.5 (C-14), 24.9 (C-15), 28.8 (C-16), 56.7 (C-17), 12.6 (C-18), 19.8 (C-19), 36.7 (C-20), 19.6 (C-21), 135.2 (C-22), 131.0 (C-23), 39.8 (C-24), 30.1 (C-25), 24.8 (C-26), 24.9 (C-27)。上述数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定化合物 **2** 为胆甾-5,22-二烯-3 β -醇。

化合物 **3**: 无色晶体 (丙酮), ESI-MS m/z : 521 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 5.62 (1H, brt, $J = 2.8$ Hz, H-12), 4.79 (1H, d, $J = 6.6$ Hz, H-24), 4.11 (1H, m, H-3'), 2.38 (1H, m, H-2'a), 2.32 (1H, m, H-2'b), 1.53 (1H, m, H-14), 1.37 (3H, d, $J = 6.6$ Hz, H-26), 1.19 (3H, d, $J = 7.2$ Hz, H-4'), 1.18 (3H, s, H-23), 1.10 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-27), 0.87 (3H, s, H-21), 0.79 (3H, s, H-22), 0.71 (1H, m, H-20), 0.59 (1H, dd, $J = 4.3, 8.1$ Hz, H-19a), 0.50 (1H, dd, $J = 4.3, 6.0$ Hz, H-19b); ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ : 40.7 (C-1), 21.9 (C-2), 33.8 (C-3), 23.1 (C-4), 50.9 (C-5), 18.1 (C-6), 40.8 (C-7), 38.2 (C-8), 51.9 (C-9), 37.9 (C-10), 22.1 (C-11), 75.2 (C-12), 38.9 (C-13), 51.8 (C-14), 17.3 (C-15), 24.5 (C-16), 164.7 (C-17), 133.2 (C-18), 14.3 (C-19), 13.9 (C-20), 17.6 (C-21), 13.9 (C-22), 21.4 (C-23), 77.9 (C-24), 171.3 (C-25), 18.6 (C-26), 13.1 (C-27), 171.9 (C-1'), 43.8 (C-2'), 65.1 (C-3'), 22.8 (C-4')。上述数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物 **3** 为 honulactone A。

化合物 **4**: 黄色油状物, ESI-MS m/z : 373 $[M+$

$Na]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 3.78 (3H, s, H-11), 2.59 (2H, m, H-8), 2.53 (1H, m, H-2), 2.11 (3H, s, H-7'), 2.10 (3H, s, H-8'), 2.08 (3H, s, H-9'), 1.73 (1H, m, H-3a), 1.41 (1H, m, H-3b), 1.29 (3H, s, H-10), 1.21 (3H, d, $J = 6.9$ Hz, H-9); ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ : 177.8 (C-1), 39.9 (C-2), 34.7 (C-3), 22.1 (C-4), 42.2 (C-5), 73.0 (C-6), 40.7 (C-7), 21.8 (C-8), 17.6 (C-9), 27.0 (C-10), 52.1 (C-11), 144.9 (C-1'), 141.1 (C-2'), 188.2 (C-3'), 140.9 (C-4'), 140.7 (C-5'), 187.7 (C-6'), 12.9 (C-7'), 12.8 (C-8'), 12.5 (C-9')。上述数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物 **4** 为 sarcophytonone。

化合物 **5**: 无色油状物, ESI-MS m/z : 381 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 6.29 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-17a), 5.72 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-17b), 5.31 (1H, t, $J = 7.5$ Hz, H-13), 5.06 (1H, m, H-5), 4.91 (1H, m, H-9), 4.57 (2H, s, H-20), 4.32 (1H, dt, $J = 3.1, 8.8$ Hz, H-2), 2.74 (1H, m, H-1), 2.08 (3H, s, H-22), 1.68 (3H, s, H-18), 1.62 (3H, s, H-19); ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ : 45.5 (C-1), 82.2 (C-2), 45.8 (C-3), 129.9 (C-4), 129.2 (C-5), 25.3 (C-6), 38.7 (C-7), 134.8 (C-8), 124.6 (C-9), 24.9 (C-10), 35.2 (C-11), 136.2 (C-12), 127.5 (C-13), 34.5 (C-14), 140.2 (C-15), 170.7 (C-16), 123.5 (C-17), 18.1 (C-18), 17.4 (C-19), 62.2 (C-20), 171.4 (C-21), 21.4 (C-22)。上述数据与文献报道基本一致^[13], 故鉴定化合物 **5** 为 3-dehydroxyl-20-acetylpresinularolide B。

参考文献

- [1] 艾小红, 陈亿新, 漆叔华. 中国珊瑚化学成分与生物活性研究新进展 [J]. 广州大学学报, 2006, 5(1): 49-56.
- [2] Quang T H, Ha T T, Minh C V, et al. Cytotoxic and anti-inflammatory cembranoids from the Vietnamese soft coral *Lobophytum laevigatum* [J]. *Bioorg Med Chem*, 2011, 19(8): 2625-2632.
- [3] Cheng S Y, Wen Z H, Chiou S F, et al. Durumolides A-E, anti-inflammatory and antibacterial cembranolides from the soft coral *Lobophytum durum* [J]. *Tetrahedron*, 2008, 64(41): 9698-9704.
- [4] Quang T H, Ha T T, Minh C V, et al. Cytotoxic and PPARs transcriptional activities of sterols from the Vietnamese soft coral *Lobophytum laevigatum* [J]. *Bioorg Med Chem*, 2011, 21(10): 2845-2849.
- [5] Rashid M A, Gustafson K R, Boyd M R. HIV-Inhibitory cembrane derivatives from a Philippines collection of the

- soft coral *Lobophytum* species [J]. *J Nat Prod*, 2000, 63(4): 531-533.
- [6] Raveendran T V, Limna Mol V P, Parameswaran P S. Natural product antifoulants from the octocorals of Indian waters [J]. *Int Biodeterior Biodegradation*, 2011, 65(1): 265-268.
- [7] Hegazy M F, Mohamed T A, Abdel-Latif F F, *et al.* Trochelioid A and B, new cembranoid diterpenes from the Red Sea soft coral *Sarcophyton trocheliophorum* [J]. *Phytochem Lett*, 2013, 6(3): 383-386.
- [8] Masaru K Y, Takumi H. Marine terpenes and terpenoids. XIII. isolation of a new dihydrofuranocembranoid, sarcophytonin E, from the *Sarcophyton* sp. soft coral of Okinawa [J]. *Chem Pharm Bull*, 1991, 39(11): 3055-3056.
- [9] Ravi B N, Faulkner D J. Cembranoid diterpenes from a South Pacific soft coral [J]. *J Org Chem*, 1978, 43(11): 2127-2131.
- [10] Kokke W M, Withers N W, Massey I J, *et al.* Isolation and synthesis of 23-methyl-22-dehydrocholestrola marine sterol of biosynthetic significance [J]. *Tetrahedron Lett*, 1979, 20(38): 3601-3604.
- [11] Jimenez J I, Yoshida W Y, Scheuer P J, *et al.* Honulactones: new bishomoscalarane sesterterpenes from the Indonesian sponge *Strepsichordaia aliena* [J]. *J Org Chem*, 2000, 65(21): 6837-6840.
- [12] Li L, Wang C Y, Shao C L, *et al.* Two new metabolites from the Hainan soft coral *Sarcophyton crassocaule* [J]. *J Asia Nat Prod Res*, 2009, 11(10): 851-855.
- [13] Zhang W, Krohn K, Ding J, *et al.* Structural and stereochemical studies of α -methylene- γ -lactone-bearing cembrane diterpenoids from a South China Sea soft coral *Lobophytum crassum* [J]. *J Nat Prod*, 2008, 71(6): 961-966.